



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante



MEDIDA DE LA CSF CROMÁTICA Y ACROMÁTICA CON MONITORES ORDINARIOS PARA PRÁCTICAS DE LABORATORIO

M. J. Luque¹, D. de Fez², M. A. Díez¹

¹Departament d'Òptica. Universitat de València. Dr. Moliner, 50, 46100, Burjassot (València)
E-mail: maria.j.luque@uv.es

²Departamento Interuniversitario de Óptica. Universidad de Alicante. Aptd. 99, 03080, Alicante.

INTRODUCCIÓN

El alto coste de los sistemas de generación de redes para medir la función de sensibilidad al contraste (CSF) dificulta su uso en laboratorios docentes. Esto obliga a recurrir a monitores y tarjetas gráficas comerciales, con problemas de dependencia de las coordenadas de los fósforos con el nivel digital (Figura 1a), fallos de aditividad a partir de cierto nivel digital (Figura 1b) y falta de homogeneidad espacial.

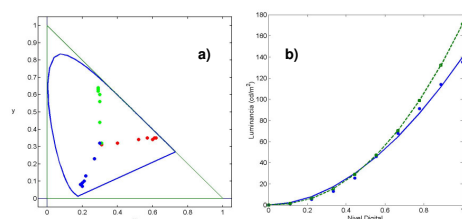


Figura 1.-a) Coordenadas cromáticas de los fósforos de un monitor estándar, para distintos niveles digitales. b) Luminancia del blanco del monitor en función del nivel digital (azul) comparada con la suma de luminancias de los tres fósforos (verde).

Hemos desarrollado un programa de medida de CSF para entorno Matlab® que considera estas fuentes de error: 1) los niveles digitales que proporcionan el color deseado se calculan con funciones de la librería COLORLAB¹ que incluyen la variación de las coordenadas de los fósforos con el nivel digital, y 2) se minimiza el efecto de los fallos de aditividad y homogeneidad espacial trabajando en el centro de la pantalla, con niveles de luminancia moderados.

GENERACIÓN Y CONTROL COLORIMÉTRICO DE LOS ESTÍMULOS

Nuestros estímulos se definen en el espacio ATD de Boynton² con la ecuación siguiente:

$$M(\mathbf{r}) = M_0 + \Delta M \cos(2\pi(r_x f_x + r_y f_y))$$

donde

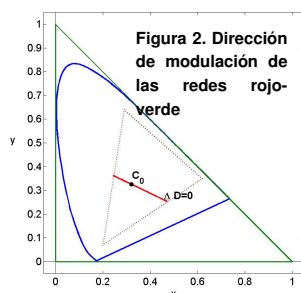
$M(\mathbf{r})$ = valor A, T o D en cada posición $\mathbf{r}=(r_x, r_y)$

M_0 = valores A_0, T_0 o D_0 del estímulo promedio
 C_0 = el blanco del monitor ($x=0.3201, y=0.3257, 30 \text{ cd/m}^2$)

ΔM = variación de A, T o D

(f_x, f_y) : frecuencia espacial. Tomamos $f_y=0$

Determinamos ΔM umbral para redes acromáticas ($\Delta T = \Delta D = 0$) cromáticas rojo-verde ($\Delta A = \Delta D = 0$) (Figura 2). La CSF se obtiene como la inversa del contraste global en el espacio de conos³ correspondiente a ΔM umbral.



Las redes son imágenes de un grado de lado y 256x256 puntos. Sólo usamos valores de f_x que pudieran generarse sin aliasing y sin distorsión del perfil sinusoidal para esta frecuencia de muestreo.

MEDIDA

El programa, pensado para su uso sencillo por los estudiantes, consta de las siguientes fases:

1. **Calibrado.** El observador introduce la distancia de observación y la anchura por defecto del estímulo, con lo que el programa ajusta el tamaño de los estímulos.
2. **Medida de la CSF.** El botón *Tipo de red* en la barra de herramientas proporciona las opciones *Acromática* (opción por defecto) o *Cromática*. La frecuencia a medir se selecciona con un menú desplegable (Figura 3). Por defecto, se empieza con 1cpg.

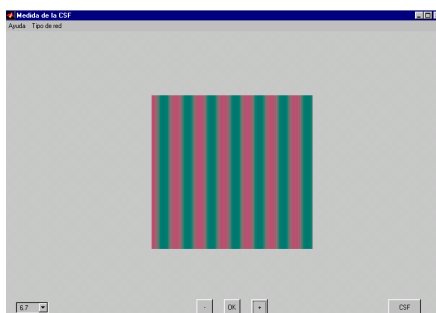


Figura 3.- Ejemplo de la pantalla de medida, con una red cromática.

Pulsando los botones marcados - y +, se disminuye y aumenta el contraste de la red, respectivamente, lo que permite medir el umbral mediante los métodos de ajuste y escalera. Los pasos de contraste son discretos, ya que el algoritmo de cálculo de niveles digitales consume un tiempo excesivo para una medida psicofísica y las imágenes, por tanto, están precalculadas.

El valor de contraste umbral para esa frecuencia se almacena y el contraste que se muestra al observador se hace cero. Cuando se hayan medido todas las frecuencias necesarias el número de veces deseado, pulsando el botón marcado CSF se muestra la gráfica $1/C_{\text{umbral}}(f)$ vs. f_x en ejes logarítmicos, con su error de dispersión. Los resultados pueden guardarse en un fichero MAT.

3. **Promedios de distintas medidas.** La opción *Gráficas* del menú principal permite promediar N CSFs medidas en sesiones distintas.

RESULTADOS

A pesar de las imperfecciones del dispositivo experimental, los estudiantes pueden reproducir alguna de las características más importantes de las CSF acromáticas y cromáticas, como la forma pasa-baja o pasa-banda de la curva o la influencia del desenfoque (ver Figura 4). No obstante, al trabajar con redes isoluminantes, el canal acromático puede mediar algunas de las detecciones con redes rojo-verde, lo que resulta en CSFs ligeramente pasa-banda. El problema se minimiza si pedimos al observador que diga que detecta la red sólo si ve la diferencia de color.

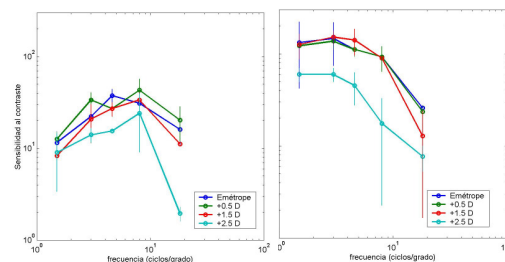


Figura 4.- Ejemplo de efecto del desenfoque en la CSF acromática (izquierda) y cromática (derecha), obtenido durante una sesión de prácticas, utilizando el dispositivo descrito.

REFERENCIAS

1. Malo J. y Luque M.J., *Colorlab: Manual del Usuario*, Accesible a través de la página web, <http://taz.uv.es/~jmallo>. Universitat de València (2002).
2. Boynton R. M. A system of photometry and colorimetry based on cone excitations. *Color Res. and Appl.*, 11, 244-252 (1986)
3. Brainard D. H. Cone contrast and opponent modulation color spaces. In Kaiser and Boynton. *Human Color Vision*. Optical Society of America, Washington D. C., pp. 563-579, (1996).